

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-3081

(43)公開日 平成5年(1993)1月8日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 5 B 33/22

8815-3K

H 0 1 L 33/00

A 8934-4M

審査請求 未請求 請求項の数1(全 9 頁)

(21)出願番号

特願平3-178678

(22)出願日

平成3年(1991)6月24日

(71)出願人 000005016

パイオニア株式会社

東京都目黒区目黒1丁目4番1号

(71)出願人 000111889

パイオニアビデオ株式会社

山梨県中巨摩郡田富町西花輪2680番地

(72)発明者 真鍋 昌道

山梨県甲府市大里町465番地 パイオニア

ビデオ株式会社国母工場内

(72)発明者 雨宮 公男

山梨県甲府市大里町465番地 パイオニア

ビデオ株式会社国母工場内

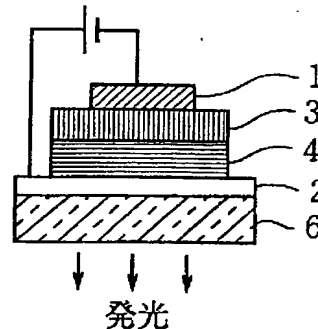
(74)代理人 弁理士 小橋 信淳 (外1名)

(54)【発明の名称】 面発光装置

(57)【要約】

【目的】 明るさの視角依存性を低減すること。

【構成】 発光強度分布のピークを与える領域と反射層との間の膜厚を、膜厚輝度減衰特性の一つの極小値を生じる膜厚を含みかつその振幅が収束輝度値以下の輝度を生じる範囲内でかつ収束輝度値を生じる膜厚値以上で一つの極小値を生じる膜厚値以下の範囲内の一つの値とした。



1.

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 発光層上に直接または透明層を介して積層された反射層を備え、前記発光層はその厚さ方向に所定の発光強度分布を有する面発光装置であって、前記発光強度分布のピークを与える領域と反射層との間の膜厚を、膜厚輝度減衰特性の一つの極小値を生じる膜厚を含みかつその振幅が収束輝度値以下の輝度を生じる範囲内でかつ収束輝度値を生じる膜厚値以上で前記一つの極小値を生じる膜厚値以下の範囲内の一つの値としたことを特徴とする面発光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、視角による明るさの低下を低減した面発光装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】面発光装置として、例えば、LEDや白熱電球照明による照光表示器等が知られている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】これらの面発光装置は、有限な面積を持ち、ほぼ完全拡散面による光の放射パターンになることから、正面または斜め方向でも輝度はほぼ一定となる。そこで、視角 $\theta$ における明るさ $T$ は、

## 【数1】

$$T \propto S \cdot L \cdot \cos \theta$$

で表される。

【0004】ここで、 $S$ は面発光装置の面積、 $L$ は輝度である。従って、明るさ $T$ は、視角 $\theta$ に依存することとなり、斜め方向から見ると表示器としては視認性が低下し、また、照明としては暗くなる。

【0005】本発明は、このような事情に対処してなされたもので、明るさの視角による依存性を抑制した面発光装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、発光層上に直接または透明層を介して積層された反射層を備え、前記発光層はその厚さ方向に所定の発光強度分布を有する面発光装置であって、前記発光強度分布のピークを与える領域と反射層との間の膜厚を、膜厚輝度減衰特性の一つの極小値を生じる膜厚を含みかつその振幅が収束輝度値以下の輝度を生じる範囲内でかつ収束輝度値を生じる膜厚値以上で前記一つの極小値を生じる膜厚値以下の範囲内の一つの値としたことを特徴とする。

## 【0007】

【作用】本発明の面発光装置では、発光層としてその厚さ方向における発光強度分布の半値幅がきわめて小さいものを用い、反射層、または透明層を介して反射層を積層した構成とし、発光層、または発光層及び透明層の膜厚に応じて視角により輝度が光の干渉効果により変化する

ことに着目して、発光層または透明層の膜厚を特定の範囲に設定し、それによって正面方向の輝度よりも斜め方向の輝度を十分に大きくし明るさの視角による依存性を低減することができる。

## 【0008】

【実施例】以下に、面発光装置として有機EL素子を用いた本発明による実施例を図面を参照しつつ説明する。

【0009】有機EL素子として、図1に示すように、金属陰極1と透明陽極2との間に、それぞれ有機化合物からなり互いに積層された発光体薄膜からなるEL層3及び正孔輸送層4が配された2層構造のものや、図2に示すように、金属陰極1と透明陽極2との間に互いに積層された有機化合物からなる電子輸送層5、EL層3及び正孔輸送層4が配された3層構造のものが知られている。ここで、正孔輸送層4は陽極から正孔を注入させ易くする機能と電子をブロックする機能とを有し、電子輸送層5は陰極から電子を注入させ易くする機能と正孔をブロックする機能とを有している。

【0010】これら有機EL素子において、透明陽極2の外側にはガラス基板6が配されており、金属陰極1から注入された電子と透明陽極2からEL層3へ注入された正孔との再結合によって励起子が生じ、EL層における正孔輸送層との境界面近傍にて励起子が放射失活する過程で光を放ち、この光が透明陽極2及びガラス基板6を介して外部に放出される（特開昭59-194393号公報及び特開昭63-295695公報参照）。

【0011】本実施例の有機EL素子は、図1に示すものと同様な、一対の金属陰極1と透明陽極2との間にEL層3及び正孔輸送層4を薄膜として積層、成膜した2層構造のものである。例えば陰極1には、アルミニウム、マグネシウム、インジウム、銀又は各々の合金等の仕事関数が小さな金属からなり厚さが1000～5000オングストローム程度のものが用い得る。また、例えば陽極2には、インジウムすず酸化物（以下、ITOという）等の仕事関数の大きな導電性材料からなり厚さが1000～3000オングストローム程度で、又は金で厚さが800～1500オングストローム程度のものが用い得る。

【0012】本発明による有機EL素子のEL層3を形成する有機蛍光化合物の具体的な例としては、アルミキノリノール錯体すなわちAlオキシシキレート（以下、Alq3という）、テトラフェニルブタジエン誘導体等が用いられ得る。正孔輸送層4にはトリフェニルジアミン誘導体であるN,N'-ジフェニル-N,N'-ビス（3メチルフェニル）-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン（以下、TPDという）が好ましく用いられ、更にCTM（Carrier Transporting Materials）として知られている化合物を単独、もしくは混合物として用い得る。

【0013】発明者は、2層構造の有機EL素子のEL層膜厚、発光スペクトル及び輝度並びにの視角度の研究の結果、輝度にはEL層膜厚による依存性及び視角度依存性があることを知見した。すなわち、図3に示すように有機EL素子のガラス基板6側表面を目視者が見る角度によって発光スペクトル及び輝度が変化する。目視者にとってEL層内の発光源Pの1点から発した光には、図中の直接基板6へ向かう経路A及び背面の金属電極1で反射し基板6へ向かう経路Bの2つの光が含まれる。この2つの経路の光は以下の数式2に示す光路差L、さ

【0014】

【数2】

$$L=2ny\cos\theta$$

【0015】

【数3】

$$\frac{4\pi ny\cos\theta}{\lambda} = \eta y$$

よって、干渉効果としてその強度 $I(y, \lambda)$ は数式4の如く表せる。

【0016】

【数4】

$$I(y, \lambda) = \frac{1}{2} \{1 + \cos(\eta y)\}$$

【0017】EL層中での発光強度 $f(y)$ の分布は、図4に示すように正孔輸送層4の境界面においては強く金属電極1に向かうほど減少し、膜厚に関する指数関数分布として数式5の如く表せ、EL層全体としては数式6の如く正規化できる(両数式中、 $d$ は発光源から金属電極までの距離を、 $\varepsilon$ は発光強度分布パラメータを、 $k$ は定数をそれぞれ示す。以下、同じ)。

【0018】

【数5】

$$f(y) = k \exp(y/\varepsilon)$$

【0019】

【数6】

$$\int_{-\infty}^d f(y) dy = 1$$

【0020】発光源自体の発光スペクトルの強度分布 $F(\lambda)$ は発光体特有の波長 $\lambda$ の関数として表せる。よって、目視者によって実際に観察されるEL素子の発光強度 $T(\lambda, \theta, d)$ は数式7のように表せる。

【0021】

【数7】

$$T(\lambda) = F(\lambda) \times \int_0^d f(y) \times I(y, \lambda) dy$$

【0022】ここで、EL素子の発光強度 $T(\lambda, \theta, d)$ を確認するために、膜厚( $y=d$ )6000オングストロームとしたAlq<sub>3</sub>からなるEL層を含む有機EL素子を作成し、視角 $\theta$ を0°から75°まで種々変化させてその発光強度の試験を行った。図5は、発光波長に対する発光強度分布を示す。かかる発光強度分布と上記数式7の発光強度 $T(\lambda, \theta, d)$ とが略一致することが確認された。図から明らかなように、目視者にとって視角0°から75°までEL素子表示面を見る方向によって色彩が順次異なるように見える。

【0023】さらに、実用に沿うように、波長 $\lambda$ に対して特定値で感応する目視者または光検出器の視感度特性 $E(\lambda)$ を考慮する。例えば視感度特性 $E(\lambda)$ を正規分布とすると、かかる感度特性内におけるEL素子の輝度特性 $L(d)$ は、数式8のように $d$ の関数として表せる( $K$ は定数を示す。)

【0024】

【数8】

$$L(d) = K \int_0^\infty T(\lambda) \times E(\lambda) d\lambda$$

【0025】図6は、Alq<sub>3</sub>からなるEL層( $\theta=0$ ,  $n=1.7$ )についてその膜厚を略0オングストロームから8000オングストロームにわたって変化させ計算した場合の膜厚に対する輝度/電流特性の膜厚輝度減衰(特性)曲線を示し、この減衰曲線が有機EL素子における輝度の膜厚依存性を示している。

【0026】かかる有機EL素子の輝度の膜厚依存性を確認するための有機EL素子を作成し試験を行うと、図7に示すような減衰特性の結果が得られる。試験した複数の有機EL素子は膜厚500オングストロームのTPDの正孔輸送層と膜厚1150オングストロームから7725オングストロームのAlq<sub>3</sub>のEL層との2層構造を有するものである。図示するように、かかる有機EL素子は、図6と同様に、最小膜厚かつ最大輝度を示しこれを1次極大値として順次次数が増加(膜厚増加)するにつれて周期的に輝度の極大値及び極小値が現れ、この極大値が減少し、極小値が増大する膜厚輝度減衰曲線の特性すなわち、輝度の膜厚依存性を示している。

【0027】なお、図6において各極大値又は極小値の周期 $T$ は $\lambda m / 2n$ で表される。ここでは $\lambda m$ は $F(\lambda)$ において最大強度を与える波長(ピーク波長)、 $n$ は金属陰極から発光強度分布のピークを与える位置(正孔輸送層とEL層の界面)までの間の平均屈折率で

ある。

【0028】また、図7の膜厚輝度減衰曲線は、横軸を500オングストロームの膜厚のTPD正孔輸送層を含む有機EL層全体の膜厚としているために、特性曲線全体が図6のものに比して図の右方に変移している。図8は、上記したTPD正孔輸送層及びAlq<sub>3</sub> EL層の2層構造の有機EL素子の各々について、視角度に対する輝度/電流の相対値を測定した結果を示す。

【0029】図から明らかなように、1次、2次及び3次極大値に対応する膜厚1150オングストロームから2500オングストローム及び4565オングストロームを有する有機EL素子は、視角の増加に従って輝度が小さくなる方向に変化する傾向にあり、また、1次、2次及び3次極小値に対応する膜厚2050オングストローム、3550オングストローム及び5275オングストロームを有する有機EL素子は、視角が増加するにつれて輝度が増加する傾向があることがわかる。

【0030】かかる有機EL素子の内、好適な実施例は、図6から明らかなようにAlq<sub>3</sub>のEL層の厚さを、例えば2400オングストローム～2700オングストロームとした有機EL素子である。

【0031】すなわち、このEL層の膜厚範囲は、図6に示すEL層材質に応じた膜厚（正孔輸送層とEL層の界面、すなわち発光強度分布のピークを与える領域と、金属陰極すなわち反射層までの距離）に対する輝度/電流特性の膜厚輝度減衰曲線の収束輝度値に対応する膜厚値 $l_{11}$ 、 $l_{21}$ 、 $l_{31}$ から輝度の極小値に対応する膜厚値 $l_{12}$ 、 $l_{22}$ 、 $l_{32}$ までの範囲 $l$ （ $l_{11} \sim l_{12}$ 、 $l_{21} \sim l_{22}$ 、 $l_{31} \sim l_{32}$ ）である。尚、 $l_{11}$ 、 $l_{21}$ 、 $l_{31}$ は上述の周期 $T$ を用いるとそれぞれ、 $l_{12} = 0.25T$ 、 $l_{22} = 0.25T$ 、 $l_{32} = 0.25T$ と表される。

【0032】そして上記の範囲にEL層膜厚を選定すれば、視角が大きくなることは膜厚が小さくなることに等しい効果を与えられるので、視角が大きくなるにつれて、輝度が増加することとなり、有限な大きさをもつ表示器においては明るさの視角による依存が少ない有機EL素子が得られることとなる。

【0033】本発明は、上記実施例のAlq<sub>3</sub>のEL層に限らず、EL層の材質に応じた図6に示す膜厚に対する輝度/電流特性の膜厚輝度減衰曲線から極小値振幅に対応するEL層膜厚値を得ることができる。

【0034】また、本発明は、上記実施例の2層構造に限らず、図2に示す3層構造の場合も同様に電子輸送層（透明層）及びEL層（発光層）の膜厚に対する輝度/

電流特性の膜厚輝度減衰曲線が得られ、その極小値振幅に対応する膜厚値を得ることができる。

【0035】さらに本発明は、上記実施例の有機EL素子に限らず、発光層の厚さ方向の発光強度分布の半値幅（強度分布曲線がピーク値の半分になるときの発光領域の厚さ方向の幅）が例えば、500オングストローム以下の発光層であれば良く、その発光層及び反射層を積層したもの、または発光層、透明層、反射層を積層した、面発光装置の場合においても、図6と同様な減衰特性が得られ、その極小値振幅に対応する発光層又は、発光層及び透明層の膜厚値を得ることができる。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように、本発明による面発光装置は、発光層又は発光層及び透明層の膜厚（発光強度分布のピークを与える領域から反射層までの距離）を膜厚輝度減衰特性の一つの極小値を生じる膜厚を含みかつその振幅がその収束輝度値以下の輝度を生じる範囲内でかつ収束輝度値を生じる膜厚値以上で前記一つの極小値を生じる膜厚値以下の一つの値としたことにより、明るさの視角依存性を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】2層構造の有機EL素子を示す構造図である。

【図2】3層構造の有機EL素子を示す構造図である。

【図3】2層構造の有機EL素子における光の干渉を説明する部分拡大断面図である。

【図4】2層構造の有機EL素子におけるEL層の膜厚発光度分布を説明するグラフである。

【図5】2層構造の有機EL素子におけるEL層の波長発光度分布を説明するグラフである。

【図6】2層構造の有機EL素子におけるEL層の単体層の膜厚輝度減衰曲線を説明するグラフである。

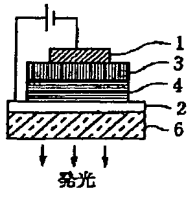
【図7】EL層及び正孔輸送層の2層構造の有機EL素子における実測した膜厚輝度減衰曲線を示すグラフである。

【図8】EL層及び正孔輸送層の2層構造の有機EL素子における実測した視角度輝度特性曲線を示すグラフである。

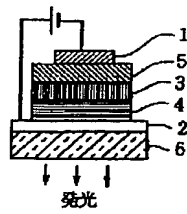
【符号の説明】

- 1 金属陰極
- 2 透明陽極
- 3 EL層
- 4 正孔輸送層
- 5 電子輸送層
- 6 ガラス基板

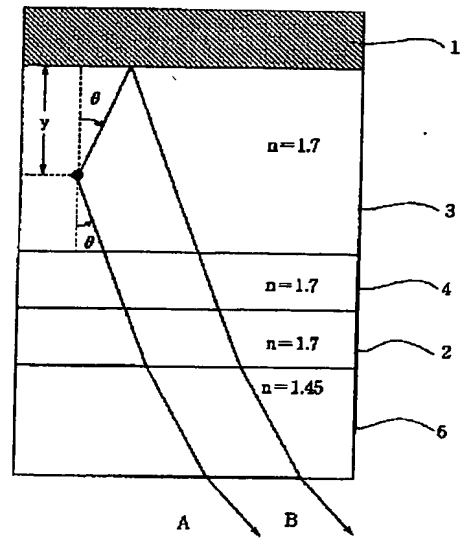
【図1】



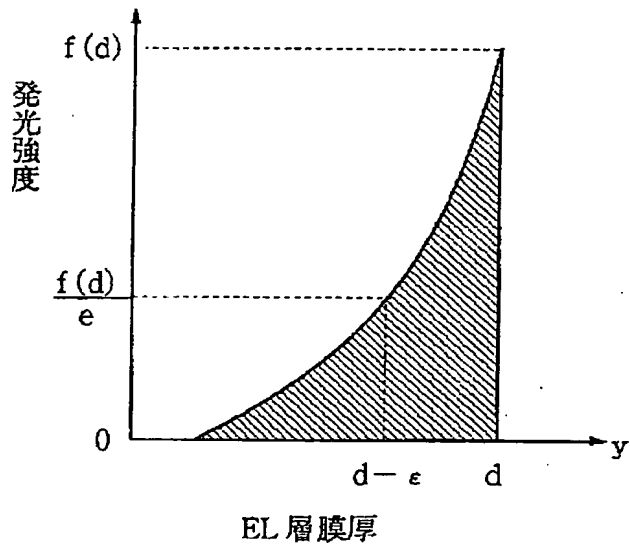
【図2】



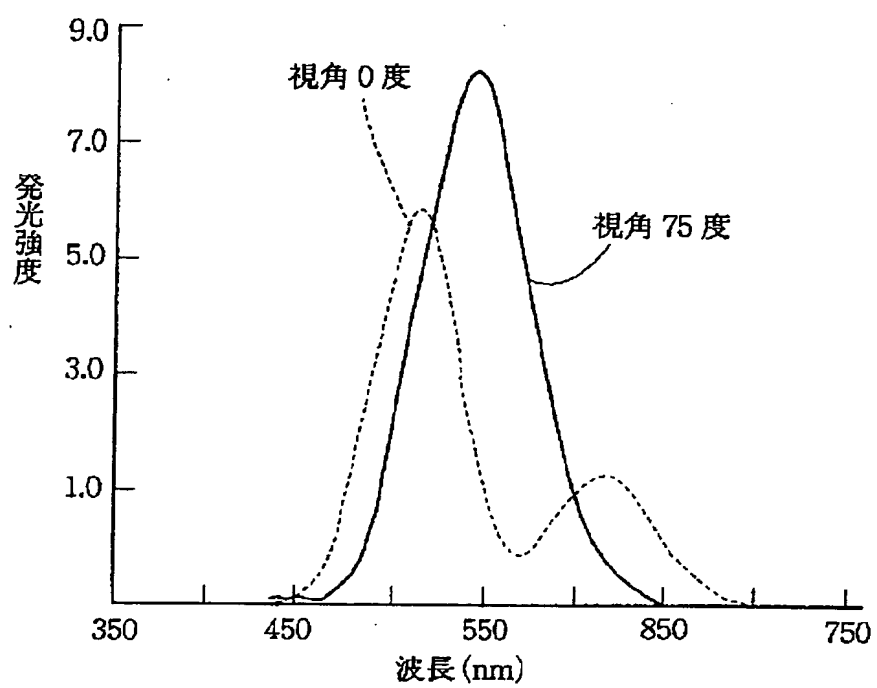
【図3】



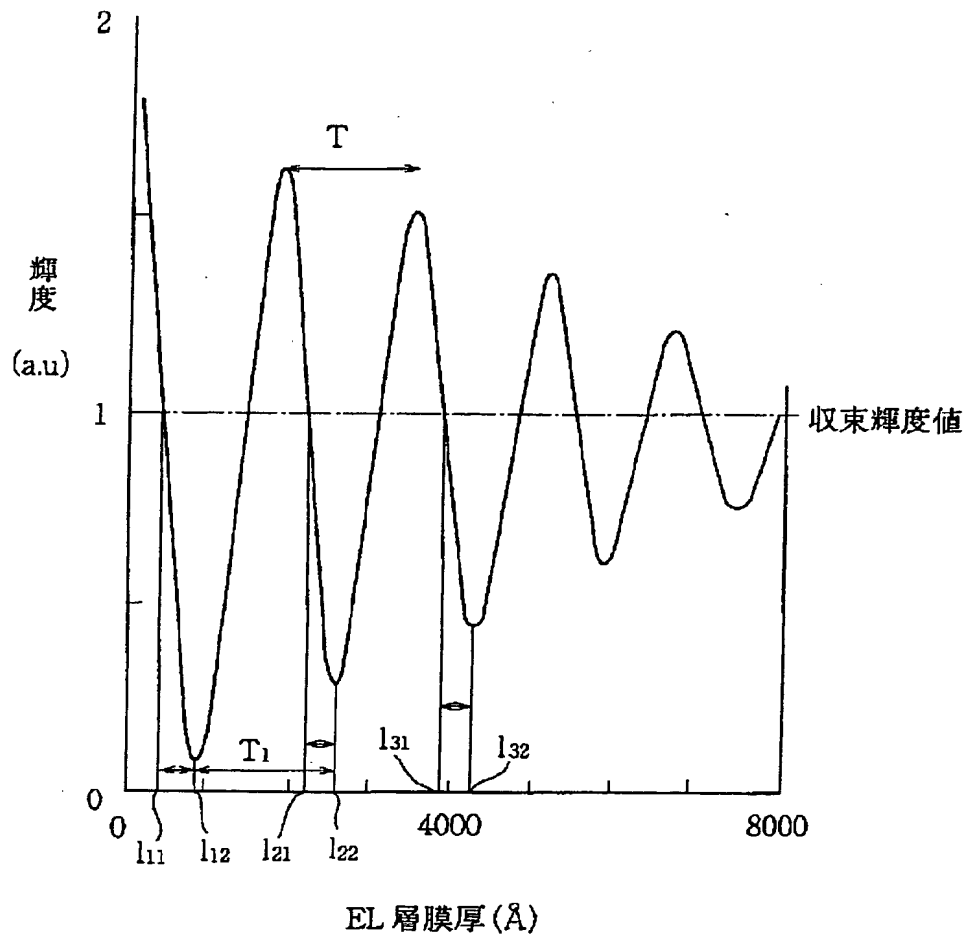
【図4】



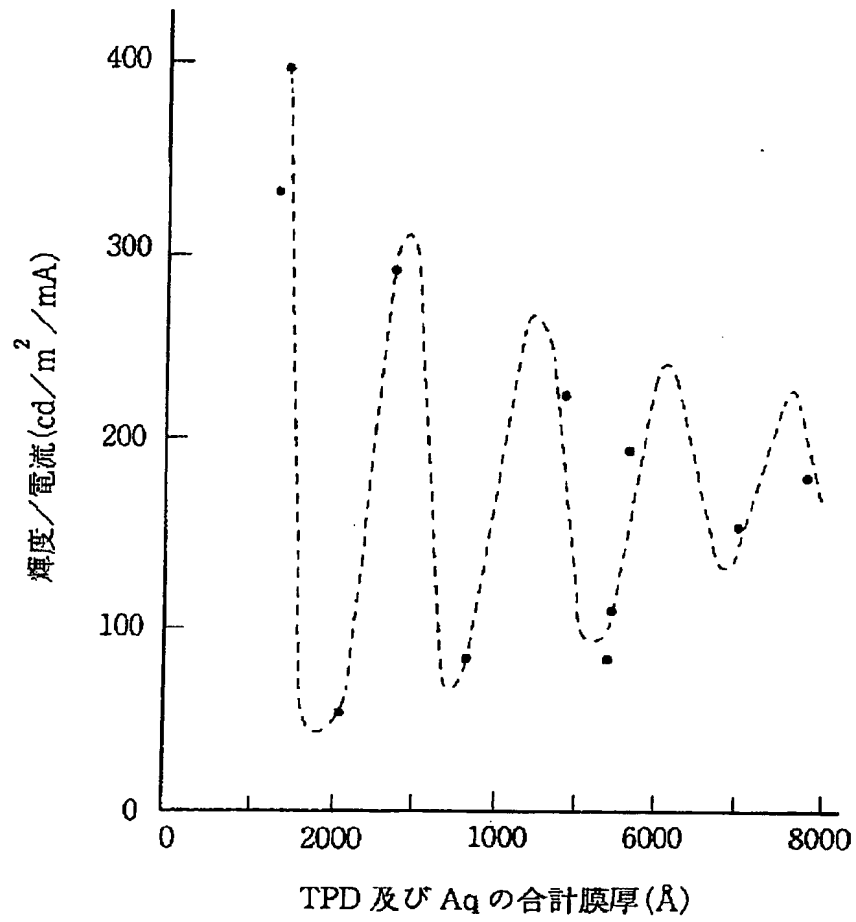
【図5】



【図6】



【図 7】





【図8】

